М. Ю. Демидова, Г. С. Ковалева

2.3. Естественнонаучная грамотность российских учащихся

Современное общество, в котором достижения естествознания и новых технологий играют существенную роль, предъявляет повышенные требования к выпускникам школы в овладении основами естественнонаучных знаний и готовностью их использовать для решения широкого круга задач при продолжении образования, в личной жизни и общественной деятельности. В связи с этим ставится вопрос о естественнонаучной грамотности выпускников школы.

Под **естественнонаучной грамотностью** в исследовании PISA понимается способность:

– осваивать и использовать естественнонаучные знания для распознания и постановки вопросов, для освоения новых знаний, для объяснения естественнонаучных явлений и формулирования выводов в связи с естественнонаучной проблематикой, основанных на научных доказательствах;

– понимать основные особенности естествознания как формы человеческого познания;

– демонстрировать осведомленность в том, что естественные науки и технология оказывают влияние на материальную, интеллектуальную и культурную сферы общества;

– проявлять активную гражданскую позицию при рассмотрении проблем, связанных с естествознанием.

В 2006 году впервые были сформированы полноценные концепция, инструментарий и шкала для оценки естественнонаучной грамотности, позволяющие не только оценить уровень сформированности естественнонаучной грамотности, но и проводить сравнения в рамках последующих мониторинговых исследований.

В 2009 году оценка естественнонаучной грамотности не являлась приоритетной областью. В связи с этим инструментарий исследования данного цикла дает возможность только оценить в целом сформированность естественнонаучной грамотности без детального анализа освоения отдельных естественнонаучных знаний, умений и компетенций.[1]

---

[1] Для более детального ознакомления с особенностями оценки естественнонаучной грамотности см. «Основные результаты международного исследования образовательных достижений учащихся. PISA-2006». Москва, ИСМО РАО, 2007, www.centeroko.ru

VISIT…

LANZAROTE Caliente.COM

Общие подходы к оценке естественнонаучной грамотности 15-летних учащихся

Естественнонаучная грамотность предполагает в равной степени понимание естественнонаучных понятий, применение естественнонаучных знаний и методов, а также размышления на основе научных доказательств.

В качестве основных **содержательных областей естествознания** экспертами выбраны: «Физические системы», «Системы живой природы», «Земля и космические системы» и «Технологические системы».

В области **методологических знаний** о естественных науках (знания о науке) наиболее адекватными для оценки естественнонаучной грамотности 15-летних учащихся признаны следующие вопросы: «Естественнонаучные исследования» и «Естественнонаучные объяснения».

При выполнении заданий теста PISA от учащихся требовалось выявить или сформулировать вопросы, на которые может ответить наука, дать научное объяснение явлений, использовать научные факты, данные или доказательства для принятия решений и информирования о них. Эти **три группы компетенций** были отобраны в связи с их большим значением для практики естественнонаучного познания. Они являются ключевыми для формирования познавательных способностей и включают следующие элементы мыслительной деятельности: индукцию и дедукцию, системное и критическое мышление, принятие решений, трансформацию информации, аргументацию, объяснения, моделирование и др.

В заданиях теста PISA использовались разнообразные реальные ситуации, связанные тем или иным образом с естественнонаучными или техническими проблемами. Эти проблемы можно объединить в следующие группы: «Здоровье», «Природные ресурсы», «Окружающая среда», «Источники опасности, риски» и «Связь естествознания и технологии». Каждая из предложенных ситуаций рассматривалась в одном из трех контекстов: *личном* (связанном с самим учащимся, его семьей, друзьями), *социальном* (связанном с местным окружением) или *глобальном* (в котором рассматриваются явления, происходящие в различных уголках мира).

Особенности заданий для оценки естественнонаучной грамотности в 2009 году

Задания для оценки естественнонаучной грамотности, также как и грамотности чтения, и математической грамотности, включали группу вопросов, связанную с текстом, в котором описывалась некоторая

ситуация в соответствии с перечисленными выше областями в историческом или современном контексте. Каждый вопрос-задание проверял в основном овладение отдельным знанием или умением, а группа вопросов – некоторой их совокупностью[2]. В каждой группе заданий были включены вопросы, направленные на проверку знания и понимания научного содержания, а также вопросы, требующие проявления естественнонаучных компетенций. Контекст всего задания предполагал оценку овладения знаниями по нескольким предметным областям (например, по физике и географии), а также оценку сформированности методологических знаний и естественнонаучных компетенций.

Естественнонаучная часть тестов PISA-2009 включала 53 вопроса-задания, составивших 18 групп заданий по определенной тематике (в 2006 году – 37 групп заданий и 108 вопросов).

34% заданий естественнонаучной части международного теста составили задания со свободным ответом (с закрытым и открытым конструируемым ответом), при выполнении которых учащиеся должны записать свой ответ самостоятельно, не выбирая ответ из предложенных.

Доля заданий со свободным ответом в тесте PISA постепенно увеличивалась и достигла в настоящее время около 50% от максимального балла за выполнение заданий, оценивающих естественнонаучную грамотность. При этом задания с выбором ответа сохранили свою значимость и вместе с закрыто-конструируемыми заданиями составили оставшуюся половину в пересчете на максимальный балл.

Каждое задание (вопрос) имело следующие характеристики: тип вопроса, компетенция, содержание, ситуация (область применения) и контекст. В Приложении 4 приведены примеры заданий, иллюстрирующие оценку разных аспектов естественнонаучной грамотности.

Основные результаты

Результаты выполнения учащимися различных стран естественнонаучной части международных тестов в 2009 году представлены в таблице 2.3.1. Для каждой страны в таблице указаны среднее значение уровня естественнонаучной грамотности со стандартной ошибкой измерения, а также место страны среди других стран с учетом ошибки измерения.

---

[2] При дальнейшем анализе под отдельным заданием будем понимать один вопрос-задание, а не их группу.

Таблица 2.3.1

Результаты стран по естественнонаучной грамотности в 2009 году

		Страна	Средний балл	Стандартная ошибка измерения	Место страны среди других стран
1.	Страны, средний балл которых статистически значимо выше среднего балла по странам ОЭСР	Шанхай (Китай)	575	(2,3)	1
2.		Финляндия	554	(2,3)	2-3
3.		Гонконг (Китай)	549	(2,8)	2-3
4.		Сингапур	542	(1,4)	4-6
5.		Япония	539	(3,4)	4-6
6.		Республика Корея	538	(3,4)	4-7
7.		Новая Зеландия	532	(2,6)	6-9
8.		Канада	529	(1,6)	7-10
9.		Эстония	528	(2,7)	7-11
10.		Австралия	527	(2,5)	7-11
11.		Нидерланды	522	(5,4)	7-16
12.		Тайвань	520	(2,6)	11-15
13.		Германия	520	(2,8)	10-15
14.		Лихтенштейн	520	(3,4)	10-16
15.		Швейцария	517	(2,8)	12-17
16.		Великобритания	514	(2,5)	14-19
17.		Словения	512	(1,1)	16-19
18.		Макао (Китай)	511	(1,0)	16-19
19.		Польша	508	(2,4)	17-22
20.		Ирландия	508	(3,3)	16-23
21.		Бельгия	507	(2,5)	18-24
22.	Страны, средний балл которых не отличается от среднего балла по странам ОЭСР	Венгрия	503	(3,1)	19-27
23.		США	502	(3,6)	19-29
24.		Чешская Республика	500	(3,0)	21-29
25.		Норвегия	500	(2,6)	21-29
26.		Дания	499	(2,5)	22-30
27.		Франция	498	(3,6)	22-33
28.	Страны, средний балл которых статистически значимо ниже среднего балла по странам ОЭСР	Исландия	496	(1,4)	26-32
29.		Швеция	495	(2,7)	25-34
30.		Австрия	494	(3,2)	25-36
31.		Латвия	494	(3,1)	25-35
32.		Португалия	493	(2,9)	27-36
33.		Литва	491	(2,9)	28-37
34.		Словацкая Республика	490	(3,0)	29-37
35.		Италия	489	(1,8)	32-37
36.		Испания	488	(2,1)	32-37
37.		Хорватия	486	(2,8)	33-39
38.		Люксембург	484	(1,2)	37-39
39.		**Россия**	**478**	**(3,3)**	**38-40**
40.		Греция	470	(4,0)	39-41
41.		Дубай (ОАЭ)	466	(1,2)	40-41
42.		Израиль	455	(3,1)	42-43
43.		Турция	454	(3,6)	42-44
44.		Чили	447	(2,9)	43-45
45.		Сербия	443	(2,4)	44-46
46.		Болгария	439	(5,9)	44-47
47.		Румыния	428	(3,4)	47-49
48.		Уругвай	427	(2,6)	47-49
49.		Таиланд	425	(3,0)	47-49
50.		Мексика	416	(1,8)	50-51
51.		Иордания	415	(3,5)	50-52
52.		Тринидад и Тобаго	410	(1,2)	51-53
53.		Бразилия	405	(2,4)	52-56
54.		Колумбия	402	(3,6)	53-58
55.		Черногория	401	(2,0)	54-58
56.		Аргентина	401	(4,6)	53-59
57.		Тунис	401	(2,7)	53-58
58.		Казахстан	400	(3,1)	53-58
59.		Албания	391	(3,9)	58-60
60.		Индонезия	383	(3,8)	59-62
61.		Катар	379	(0,9)	60-62
62.		Панама	376	(5,7)	60-64
63.		Азербайджан	373	(3,1)	62-64
64.		Перу	369	(3,5)	62-64
65.		Кыргызстан	330	(2,9)	65

На протяжении двух этапов исследования (2003 и 2006 гг.) лидирующие позиции в рейтинге стран занимала Финляндия. В цикле 2009 г. список лидеров возглавил Шанхай (Китай).

Средний результат российских учащихся оказался статистически значимо ниже среднего результата по странам ОЭСР и составил **478 баллов** по 1000-балльной шкале. С учетом ошибки измерения российские учащиеся 15-летнего возраста имеют рейтинг, находящийся в пределах **38-40 места** среди участвовавших в исследовании 65 стран.

На предыдущем этапе исследования в 2006 году средний результат российских учащихся составлял 479 баллов, рейтинг находился в пределах 33-38 места. Сравнение средних результатов показывает в целом отсутствие изменений в естественнонаучной грамотности российских учащихся за последние годы.

Одиннадцать из 57 стран, участвовавших в исследованиях и 2006 г., и 2009 г., показали существенный рост результатов. Например, Турция и Катар увеличили средний результат почти на 30 баллов. Следует также напомнить, что на предыдущем этапе исследования в 2006 г. в группу стран, результаты которых были статистически сравнимы с результатами Российской Федерации, входили США и Норвегия. В 2009 г. обе эти страны продемонстрировали существенный рост результатов и перешли в группу стран, результаты которых сравнимы со средним результатом для стран ОЭСР.

Сравнение распределения российских учащихся по уровням естественнонаучной грамотности с другими странами

В исследовании PISA выделяется шесть уровней естественнонаучной грамотности на основе анализа выполнения всех заданий естественнонаучной части теста PISA-2006. Это сделано для содержательного представления результатов отдельных стран и сравнения уровня овладения учащимися этих стран естественнонаучной грамотностью. В таблице 2.3.2 приведено содержательное описание 6 уровней естественнонаучной грамотности в терминах деятельности, которую могут наиболее вероятно продемонстрировать учащиеся при выполнении заданий этих уровней сложности.

В Приложении 4 приводятся примеры вопросов разного уровня сложности из пяти групп заданий – «Парниковый эффект», «Одежда», «Мэри Монтегю», «Генетически модифицированная пища» и «Физические упражнения». Они представляют все 6 уровней естественнонаучной грамотности и все группы компетенций. Для каждого задания указаны его основные характеристики, трудность задания по международной шкале, процент его выполнения российскими учащимися и в среднем по странам ОЭСР.

Таблица 2.3.2

Описание уровней естественнонаучной грамотности в исследовании PISA

Уровень	Нижняя граница уровня	% уч-ся в России и странах ОЭСР	Что могут продемонстрировать учащиеся, достигшие данного уровня естественнонаучной грамотности
6	**708**	**0,4%** учащихся России могут выполнять задания 6 уровня трудности, **1,1%** в среднем по странам ОЭСР	***Учащиеся, достигшие 6 уровня, могут:*** - определять, объяснять и применять естественнонаучные знания и знания о науке в различных сложных жизненных ситуациях; - связывать информацию и объяснения из различных источников и использовать их для обоснования различных решений. Они явно и постоянно демонстрируют высокий уровень сформированности интеллектуальных умений (например, доказывать и обосновывать), а также демонстрируют готовность использовать свои знания для обоснования решений, принимаемых в незнакомых научных и технических ситуациях. Они могут использовать свои знания для аргументации рекомендаций или решений, принятых в контексте личных, социально-экономических и глобальных ситуаций. *Пример задания: Парниковый эффект, вопрос 5 (2 балла), трудность 709.*
5	**633**	**4,3%** учащихся России могут выполнять задания 5 уровня трудности, **8,5%** в среднем по странам ОЭСР	***Учащиеся, достигшие 5 уровня, могут:*** - выявлять естественнонаучные аспекты во многих сложных жизненных ситуациях, применять естественнонаучные знания и знания о науке в этих ситуациях; - сравнивать, отбирать и оценивать соответствующие научные обоснования и доказательства для принятия решений в жизненных ситуациях; - устанавливать связи между отдельными знаниями и критически анализировать ситуации; - выстраивать обоснованные объяснения и давать аргументацию на основе критического анализа. У них хорошо сформированы исследовательские умения. *Пример задания: Парниковый эффект, вопрос 7 (4.2) (2 балла), трудность 659.*
4	**559**	**18,2%** учащихся России могут выполнять задания 4 уровня трудности, **29,1%** в среднем по странам ОЭСР	***Учащиеся, достигшие 4 уровня, могут:*** - эффективно анализировать различные ситуации и проблемы, в которых явно проявляются отдельные явления, и от них требуется сделать вывод о роли науки или технологии; - выбрать или обобщить объяснения, основанные на знаниях различных разделов естествознания и технологии, и связать эти объяснения напрямую с отдельными аспектами жизненных ситуаций; - оценивать свои действия и сообщать о своих решениях, используя при этом естественнонаучные знания и обоснования. *Пример задания: Одежда, вопрос 1, трудность 567.*

Уровень	Нижняя граница уровня	% уч-ся в России и странах ОЭСР	Что могут продемонстрировать учащиеся, достигшие данного уровня естественнонаучной грамотности
3	484	**47,2%** учащихся России могут выполнять задания 3 уровня трудности, **57,7%** в среднем по странам ОЭСР	***Учащиеся, достигшие 3 уровня, могут:*** - выявить ясно сформулированные научные проблемы в некоторых ситуациях; - отобрать факты и знания, необходимые для объяснения явлений; - применять простые модели или исследовательские стратегии; - интерпретировать и напрямую использовать естественнонаучные понятия из различных разделов естествознания; - формулировать короткие высказывания, используя факты; - принимать решения на основе естественнонаучных знаний. *Пример задания: Мэри Монтегю, вопрос 4, трудность 507.*
2	409	**77,9%** учащихся России могут выполнять задания 2 уровня трудности, **82,1%** в среднем по странам ОЭСР	***Учащиеся, достигшие 2 уровня, могут:*** - давать возможные объяснения в знакомых ситуациях на основе адекватных научных знаний; - делать выводы на основе простых исследований; - устанавливать прямые связи и буквально интерпретировать результаты исследований или технологические решения. В России соответствуют только 2 уровню результаты 30,7% учащихся. Выше 2 уровня – 47,2%. Ниже 2 уровня – 22,0%. *Пример задания: Генетически модифицированная пища, вопрос 3, трудность 421.*
1	335	**94,4%** учащихся России могут выполнять задания 1 уровня трудности, **95,1%** в среднем по странам ОЭСР	***Учащиеся, достигшие 1 уровня, имеют*** - ограниченные знания, которые могут применять только в знакомых ситуациях. Они могут давать очевидные объяснения, которые явно следуют из имеющихся данных. В России соответствуют только 1 уровню результаты 16,5% учащихся. Выше 1-го уровня – 77,9%. Ниже 1-го уровня – 5,5%. *Пример задания: Физические упражнения, вопрос 3, трудность 386.*

Трудность задания определялась следующими факторами: сложностью контекста; степенью знакомства с используемыми в задании естественнонаучными идеями, понятиями и методами; сложностью цепочки логических умозаключений, необходимых для получения ответа, т.е. количеством этапов выполнения работы и

степенью связи одного этапа с предыдущими; степенью абстрактности понятийного аппарата, необходимого для формулирования ответа; уровнем рассуждений, обобщений, необходимых для формирования суждений, выводов или объяснений.

На рис. 2.3.1. представлено распределение учащихся стран-участниц, показавших различные уровни сформированности естественнонаучной грамотности.

В среднем по странам ОЭСР 1,1% учащихся демонстрирует наивысший 6-ой уровень естественнонаучной грамотности. В лидирующих странах таких учащихся от 2% до 5%, в России – 0,4% Средний балл данной группы равен или превышает 708 баллов по международной шкале. Эти учащиеся демонстрируют способность применять естественнонаучные знания в различных сложных жизненных ситуациях, объединять информацию из различных источников для обоснования своей точки зрения. Они явно и постоянно демонстрируют высокий уровень сформированности интеллектуальных умений (аргументация, доказательства и др.), а также демонстрируют готовность использовать свои знания для обоснования решений, принимаемых в незнакомых научных и технических ситуациях.

В качестве базовой границы естественнонаучной грамотности выделен 2-ой уровень, при достижении которого учащиеся начинают проявлять естественнонаучные компетенции, позволяющие им принимать участие в различных жизненных ситуациях, связанных с естествознанием и технологией. Учащиеся, достигшие данного уровня, демонстрируют способность давать возможные объяснения в знакомых ситуациях на основе адекватных научных знаний; делать выводы на основе простых исследований; устанавливать прямые связи и буквально интерпретировать результаты простых исследований или технологических решений. В среднем по странам ОЭСР 82% учащихся достигли или превысили данный базовый уровень естественнонаучной грамотности; в лидирующих странах – более 90%, в России – 78%.

Учащиеся, не достигшие второго уровня, имеют, как правило, ограниченные знания, которые они могут применять только в знакомых ситуациях. Они могут давать очевидные объяснения, которые явно следуют из имеющихся данных.

Для стран ОЭСР наличие большой доли учащихся с низким уровнем естественнонаучной грамотности (ниже 2-го) является основанием для проведения реформ в образовании с целью обеспечения равного доступа всем гражданам страны в получении качественного образования. Примерами таких реформ являются программа «Ни одного отстающего» («No child left behind») в США и программа по базовому образованию (Basic Education Programme, BEP) в Турции.

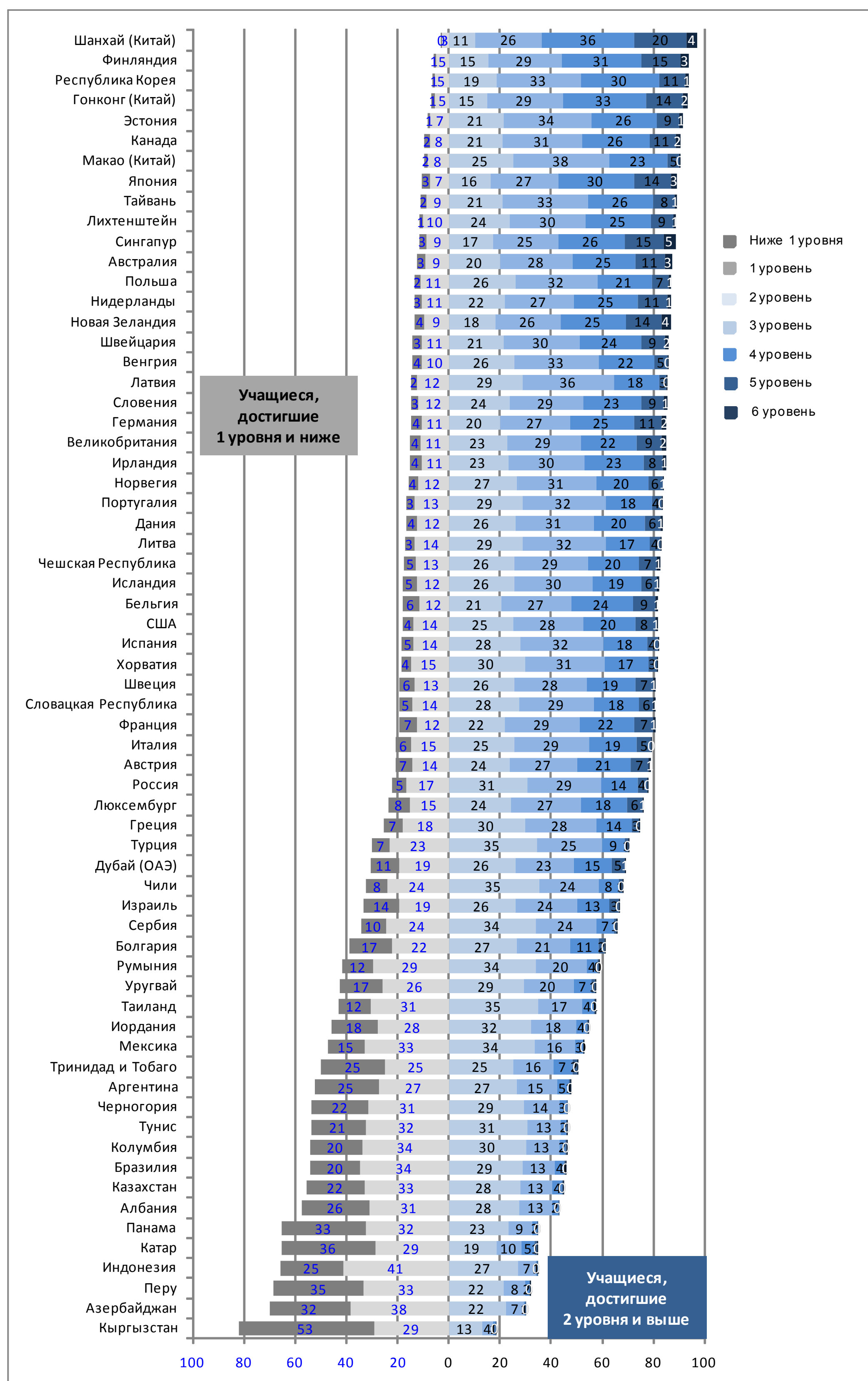


Рис. 2.3.1. Распределение учащихся стран-участниц, показавших различные уровни сформированности естественнонаучной грамотности. *(Страны показаны в порядке уменьшения процента учащихся, достигших уровня со 2 по 6).*

Эффекты от реформ, проводимых в странах ОЭСР, можно проследить по изменениям в результатах исследования PISA: в изменении распределения результатов учащихся этих стран по уровням естественнонаучной грамотности (см. рис. 2.3.2). За последние годы процент учащихся, не достигших базового уровня естественнонаучной грамотности, в США уменьшился на 6,3%, а в Турции – на 12,5%.

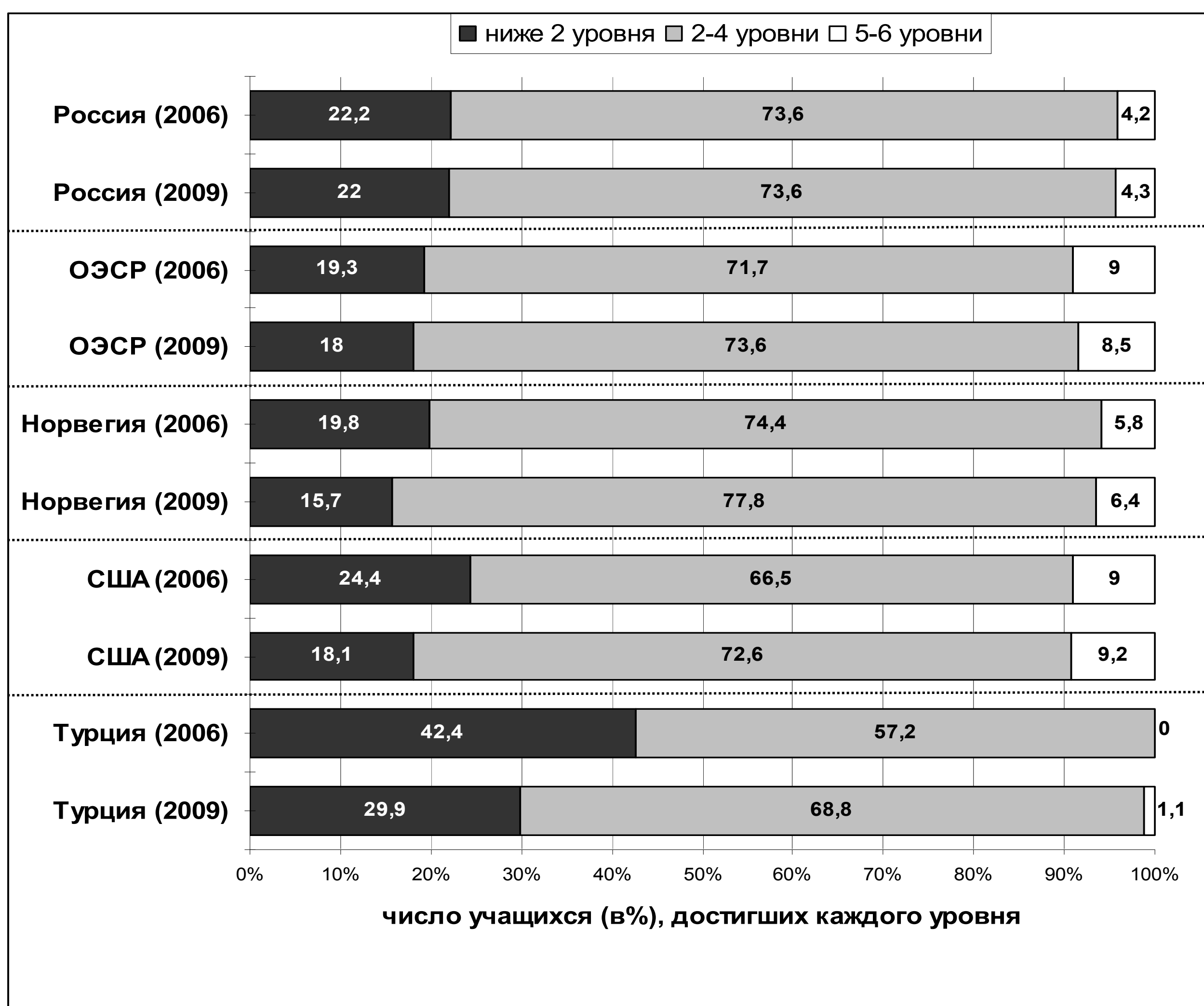


Рис. 2.3.2. Распределение результатов учащихся ряда стран по уровням естественнонаучной грамотности.

В России, по данным исследования PISA-2009, не зафиксировано никаких явных изменений по уровням овладения естественнонаучной грамотностью между двумя последними циклами исследования (см. табл. 2.3.3).

Таблица 2.3.3

Распределение российских учащихся по уровням естественнонаучной грамотности в 2006 и 2009 годах

Год	Уровни естественнонаучной грамотности						
	Ниже 1-го	1	2	3	4	5	6
2006	5,2	17,0	30,2	28,3	15,1	3,7	0,5
2009	5,5	16,5	30,7	29,0	13,9	3,9	0,4

Особенности выполнения российскими учащимися заданий естественнонаучной части тестов PISA в 2009 году

Подавляющее **большинство заданий** исследования PISA выполнены российскими школьниками **ниже средних** международных показателей. Однако есть **несколько заданий**, результаты выполнения которых оказались сравнимы или **выше**, чем в среднем по всем странам-участникам исследования. Как правило, в этих заданиях необходимо было продемонстрировать **наличие знаний** по различным естественнонаучным предметам, либо продемонстрировать их **применение в типовых** для российских программ **учебных ситуациях**.

Примером может выступать вопрос 6 из группы «Эпоха пластика», в котором необходимо было сравнить плотности твердого тела и жидкости и сделать вывод о том, будет ли это тело плавать или тонуть в данной жидкости. По содержанию – это типовая учебная ситуация, рассматривающаяся в курсе физики основной школы. Затруднения могли вызвать лишь форма ответа, предполагающего заполнение таблицы, и близкие значения плотности веществ. С этим заданием успешно справились 43,1% российских учащихся при среднем международном показателе 39,7%. (В Шанхае процент выполнения этого задания составил 69%, а в Сингапуре – 61%).

В качестве другого примера можно привести задание 4 из группы «Разные климаты», в котором необходимо было выбрать ответ, объясняющий, какое влияние оказывает близость океана на климат побережий. Результаты российских учащихся оказались немного выше средних международных показателей: 41,7% и 36,2% соответственно. В другом задании также на географическом материале 60,4% наших школьников (при среднем международном показателе 53,2%) смогли правило определить направление ветра по указанию сторон света.

Однако и для «знаниевых» заданий были явные «провалы». Так, в той же группе «Разные климаты» предлагалось задание 2, в котором необходимо было выбрать ответ, объясняющий причину смены времен года (положение земной оси по отношению к Солнцу в июне-июле и декабре-январе). К сожалению, лишь 44,5% наших учащихся указали

верный ответ, при этом средний международный показатель составил 60,4%.

При анализе результатов выполнения российскими учащимися заданий исследования PISA прослеживается **влияние контекста**, на основе которого строится группа вопросов (сравнение осуществляется с нашими общими результатами). При этом среди заданий, проверяющих одни и те же умения, лучше всего выполняются задания на биологическом материале.

Примером здесь может служить группа «Дикий овес», в которой результаты всех заданий оказались на уровне выше средних международных показателей. Так, 63% наших учащихся (средний международный результат – 60%) указали правильный ответ («Растение получит больше света») на вопрос о том, какое преимущество дает сорняку более высокий стебель. 40% сумели объяснить, почему скашивание травы несколько раз за сезон предотвращает распространение дикого овса (средний международный показатель – 31%). Смогли выбрать правильную гипотезу по описанию хода опыта по прорастанию овса 56% наших школьников при среднем международном показателе 43%.

Самые низкие показатели прослеживаются для заданий, в которых обсуждаются ситуации, связанные с использованием различных технических устройств и технологий. К сожалению, этот факт вполне объясним в рамках тех изменений, которые наблюдаются в преподавании физики. Сокращение учебного времени на изучение предмета и введение в курс основной школы новых содержательных единиц привело к интенсификации учебного процесса. «Экономить» время учителя предпочитают, «урезая» вопросы, связанные с применением изученных физических явлений и законов, а также число практических работ. Тем самым из предмета «вымываются» важные прикладные вопросы.

В результатах российских учащихся в явном виде прослеживается и **влияние внешкольной информации**. Так, в двух группах заданий «Антибиотики» и «Бактерии в молоке» затрагивался вопрос о действии антибиотиков. При ответе на вопрос «На что непосредственно воздействуют антибиотики?» проценты выполнения распределились по дистракторам следующим образом: на кашель – 16,8%, на боль – 16,1%, на бактерии – 37,2%, на вирусы – 31,8%. (Средний международный показатель – 42,9%). Очевидно, наши учащиеся знают, что антибиотики воздействуют на микроорганизмы, но не понимают, на какие именно, поскольку при изучении биологии этому вопросу внимания не уделяется.

Однако отсутствие предметных знаний не помешало нашим школьникам успешно отвечать на вопросы о том, как влияют

антибиотики на микроорганизмы. Так, 52,8% российских школьников (при среднем международном показателе 45,2%) сумели правильно объяснить, почему из молока, содержащего антибиотики, не может получиться йогурт. 71,5% учащихся (при среднем международном показателе 69,1%) смогли правильно выбрать аргументы, подтверждающие опасность приема антибиотиков без необходимости.

Анализ выполнения заданий PISA-2009, представленных в различной форме, показывает, что при выполнении заданий с выбором ответа наблюдаются минимальные расхождения со средними международными результатами. Однако для заданий с развернутым ответом эти расхождения становятся более существенными. То есть помимо содержательных проблем российские учащиеся испытывают трудности при самостоятельной формулировке описаний, объяснений и выводов. Это свидетельствует о дефицитах в сформированности умений письменной речи с использованием естественнонаучной терминологии.

В рамках исследования PISA-2009 все включенные в тестирование задания можно распределить на три группы в соответствии с проверяемыми естественнонаучными компетенциями:

– *распознавание и постановка научных вопросов;*
– *научное объяснение явлений;*
– *использование научных доказательств.*

В заданиях на **распознавание и постановку научных вопросов** от учащихся требовалось проявить умения выделять проблемы, которые могут исследоваться научными методами, определять источники и выделять ключевые слова, необходимые для поиска информации, различать основные приемы естественнонаучных исследований.

Ряд заданий, проверяющих сформированность данной компетенции, был построен по единой модели: предлагалось два-три вопроса и спрашивалось, на какие из них можно получить ответы с помощью научных экспериментов. Результаты выполнения этих заданий ниже средних международных показателей. Например, вопрос из группы «Лесные пожары» – 62,4% (средний международный результат– 70,3%), вопрос из группы «Солнечные батареи» – 48,9% (средний международный результат – 72,7%).

Однако когда наших учащихся попросили самостоятельно сформулировать вопрос для возможных научных исследований, результат превысил средние международные показатели: вопрос 3 группы «Подушка безопасности», РФ – 35,9%, средний международный процент выполнения – 25,4%.

Различные типы заданий проверяли понимание отдельных приемов проведения наблюдений и опытов: формулировка гипотезы опыта, выбор экспериментальной установки, понимание назначения

оборудования, использующегося при проведении наблюдений или опытов, анализ хода опыта.

Наименьшие затруднения российские школьники испытывали при формулировке цели исследования. Так, в группе «Дикий овес» выбрать верную проверяемую гипотезу по описанию опыта смогли 56% наших учащихся при среднем международном показателе 42%. В группе «Зеленые парки» выделить цель исследования удалось 66% школьников, что соответствует среднему показателям по всем странам-участницам. В группе «Полезные вибрации» 17% наших учащихся смогли самостоятельно сформулировать цель опыта (средний международный результат 19,2%).

Несколько хуже средних международных показателей наши школьники справляются с анализом результатов опытов. Так, для задания из группы «Антибиотики» средний процент выполнения составил 51% (средний международный результат 55%), для опыта из группы «Эксперимент по пищеварению» эти данные составили соответственно 60% и 65%.

Наибольшее затруднение вызвал вопрос из группы «Зеленые парки», в котором необходимо было объяснить, почему при испытании различных видов удобрений одно и то же удобрение вносили на несколько участков, расположенных в разных местах опытного участка. Выделить дополнительные факторы, влияющие на проведение эксперимента, смогли лишь 23% российских школьников против 39% по среднему международному показателю.

К сожалению, в отечественных измерительных материалах не встречаются задания на определение ключевых слов при поиске необходимой информации. Мы до сих пор не осознали важность формирования умений эффективного поиска информации в Интернете. Как следствие, с соответствующим заданием такого типа (из группы «Остров пингвинов») справилось лишь 55,9% российских учащихся при среднем международном показателе 68,3%. (Для сравнения можно привести результаты учащихся лидирующих стран: в Японии 85%, а в Южной Корее 80% учащихся не испытывают затруднений с формулировкой информационного запроса).

Сформированность компетенции «**Научное объяснение явлений**» определялась при помощи заданий, требующих применения естественнонаучных знаний в различных жизненных ситуациях, распознавания научных описаний, объяснений и прогнозов, понимания характера протекания явлений и прогнозирования возможных изменений.

Российские учащиеся на уровне средних международных результатов справлялись с заданиями на применение знаний в ситуациях, обсуждаемых на уроках различных естественнонаучных

предметов. Так, например, 89,1% наших школьников (средний международный результат 88,6%) выбрали металлическую ложку (как обладающую самой высокой теплопроводностью) при сравнении скорости нагревания ложек из разных материалов.

Наибольшие трудности возникли в ситуациях прогнозирования возможных изменений. Приведем два примера таких заданий. В вопросе группы «Остров пингвинов» необходимо было на основе текста объяснить, почему на острове могла снизиться численность пингвинов. При этом в тексте указывалось, что остров находится в заливе вблизи города, население которого росло быстрыми темпами. Лишь 36,1% российских школьников смогли установить эту достаточно простую причинно-следственную связь. В задании из группы «Температура воздуха на Земле» необходимо было привести причину, по которой уменьшение количества лесов может привести к увеличению количества углекислого газа в атмосфере. Лишь 27,7% наших учащихся смогли указать на уменьшение фотосинтеза. (Средний международный процент выполнения этого задания составил 34,5%).

При проверке уровня сформированности компетенции «**Использование научных доказательств**» использовались задания, при выполнении которых необходимо было продемонстрировать умения интерпретировать научные факты и данные исследований; формулировать выводы; выявлять предположения, факты или данные исследований, лежащие в основе доказательств или выводов; оценивать последствия применения достижений науки и технологии.

Остановимся на результатах выполнения заданий, в которых требовалось проанализировать данные наблюдений и опытов, представленные в виде графиков и диаграмм. Несмотря на то, что в последнее время вопросу понимания графической информации стало уделяться больше внимания (об этом свидетельствует анализ контрольных измерительных материалов для итоговой аттестации за курс основной школы по физике, биологии и географии), результаты наших школьников остаются пока немного ниже средних международных показателей.

При анализе графиков этот разрыв не столь заметен. Так, например, выбрать правильный вывод на основании одного графика о выработке электроэнергии солнечной батареей в течение суток смогли 72% наших учащихся (средний международный показатель – 77%); выбрать вывод на основании сравнения трех графиков (рост числа бактерий для разных температур) смогли 71% школьников (средний международный показатель – 73%), построить объяснение на основании сравнения двух графиков о действии ремней безопасности и комбинированной системы защиты сумели 23,3% учащихся (средний международный показатель – 27%, задание с развернутым ответом).

Однако задание, в котором для формулировки вывода необходимо было одновременно проанализировать данные графика средних температур и диаграмму осадков (группа «Разные климаты»), оказалось выполненным российскими школьниками существенно хуже, чем их зарубежными сверстниками (соответственно 34% и 47% выполнения).

Несколько из предложенных в исследовании заданий требовали использования оценочных расчетов при анализе данных. Эти задания выполнялись российскими учащимися хуже, чем аналогичные по деятельности, но без применения математики. Так, например, в вопросе группы «Бактерии в молоке» требовалось сравнить скорость размножения бактерий по данным в таблице промежуткам времени от одного до другого деления для разных видов бактерий. Успешно справились с этим заданием 60,5% наших учащихся при среднем международном показателе 63,1%. Наиболее сложным оказался вопрос 2 из группы «Остров пингвинов». Здесь на основании данных таблицы необходимо было оценить процент выживших молодых пингвинов (по числу отложенных яиц и числу выживших птенцов) и на основании полученных данных сравнить защищенность мест для гнездования. Лишь 37% российских школьников справились с этим заданием (средний международный результат – 47,4%).

Хочется отметить еще одни тип заданий, аналогов которым в отечественной практике, как правило, не встречается. В таких заданиях предлагаются данные наблюдения или опыта и спрашивается, достаточно ли имеющихся данных для того, чтобы сделать указанный вывод. Для успешного выполнения необходимо уметь выделять дополнительные внешние факторы, которые могли оказать влияние на результаты наблюдения или опыта, и оценивать их влияние.

Примером такого задания может служить вопрос из группы «Остров пингвинов», в котором на основании данных о числе отложенных яиц и выживших птенцов необходимо было сделать вывод о недостатке информации для обоснованной формулировки тенденции о росте численности птиц. Лишь 25% наших учащихся смогли дать ответ на этот вопрос. Очевидно, имеет смысл внедрить в отечественную практику упражнения такого типа, поскольку при их выполнении формируется достаточно важное умение, являющееся одним из основополагающих при критическом осмыслении данных научных исследований.

Гендерные различия в естественнонаучной грамотности российских учащихся

В исследовании PISA 2009 г. выявлялись различия результатов по гендерному признаку. Так, для 21 страны зафиксирован более высокий уровень естественнонаучной грамотности у юношей по сравнению с девушками. Наибольшие отличия наблюдаются в США, Германии, Колумбии и Лихтенштейне. Обратная ситуация отмечена в 11 странах, где девушки продемонстрировали более высокий уровень подготовки. Лидерами здесь стали Финляндия, Словения, Греция и Турция.

Для участников из Российской Федерации статистически значимых различий между результатами юношей и девушек не выявлено. При этом эта тенденция проявилась не только в средних результатах по стране, но и в распределении юношей и девушек по уровням естественнонаучной грамотности. Однако различия в выполнении отдельных заданиях между юношами и девушками прослеживаются и для наших учащихся.

Девушки продемонстрировали лучшие результаты выполнения заданий, связанных с поиском информации. Так, в первом вопросе группы «Зеленые парки» необходимо было выделить возможные источники информации о сохранении травяного покрова. Здесь средний процент выполнения у девушек составил 81,9%, а у юношей лишь 75,9%. В одном из заданий группы «Остров пингвинов» требовалось выбрать ключевые слова для поиска в Интернете информации о результатах исследования, касающегося расположения гнезд пингвинов. В этом случае также результаты девушек (58,8%) также оказались выше, чем у юношей (53,0%).

Кроме того, девушки лучше выполняли отдельные задания, связанные с пониманием хода опытов и назначения оборудования. Так, в вопросе 2 группы «Эксперимент по пищеварению», в котором следовало объяснить назначение использовавшегося в эксперименте устройства, результаты составили 46,4% для девушек и 39,9% для юношей. В вопросе 4 той же группы заданий требовалось подтвердить вывод опыта по действию пищеварительного сока на пищу, средние проценты выполнения оказались соответственно 64% и 56,5%.

Единственное задание, в котором результаты юношей оказались существенно лучше результатов девушек (соответственно 26% и 13%) – это задание 4 из группы «Температура воздуха на Земле». В нем требовалось указать источники энергии, при работе которых выделяется углекислый газ. Почти в два раза больше юношей, чем девушек проявили знание о том, что получение ядерной и геотермальной энергия не связано с сжиганием ископаемого топлива, а, следовательно, не может увеличивать концентрацию углекислого газа в атмосфере земли.

По остальным вопросам различия не являются статистически значимыми, однако прослеживается тенденция влияния контекста на результаты выполнения отдельных групп заданий.

Как правило, девушки немного лучше выполняют задания, связанные с вопросами биологии и проблемами сохранения здоровья. Примерами могут служить следующие задания:

– Группа «Антибиотики», вопрос, в котором необходимо было выбрать аргументы, подтверждающие опасность приема антибиотиков без необходимости.

– Группа «Молоко», два вопроса, в которых на основании информации из таблицы необходимо было сформулировать доказательства, одно из которых подтверждает предложенное утверждение, а второе – опровергает его.

– Группа «Полезные вибрации», вопрос, в котором необходимо было соотнести информацию о проблемах сохранения слуха из разных частей текста.

Юноши чуть лучше отвечают на вопросы, связанные с материалом физики и использованием различных технических устройств. Примерами могут служить следующие задания:

– Группа «Подушка безопасности», вопрос, в котором требовалось на основании текста выбрать верные утверждения о принципах работы подушки безопасности.

– Группа «Эпоха пластика», все задания, в которых необходимо было сравнить характеристики различных типов пластмасс.

Возможно, контекст этих групп заданий оказал положительное влияние на мотивацию и тем самым несколько улучшил результаты их выполнения. Кроме того, известно, что среди естественнонаучных предметов при выборе экзамена за курс основной школы девушки отдают предпочтение биологии, а юноши – физике. Тем самым на данном этапе обучения возникают различия в мотивированности при изучении этих предметов и, как следствие, различия в предметной подготовке по биологии и физике для юношей и девушек на конец основной школы.

Выводы

1. Оценка естественнонаучной грамотности 15-летних учащихся 65 стран определила положение России среди всех стран-участниц. Средний результат российских учащихся по естественнонаучной грамотности в 2009 году статистически значимо ниже среднего результата по странам ОЭСР и составляет 478 баллов (по странам ОЭСР – 501). С учетом ошибки измерения российские учащиеся 15-летнего возраста по данной области занимают 38-40 места среди 65 стран.

В лидирующей группе оказались учащиеся Шанхая (Китай) со средним баллом 575, Финляндии – 554 балла, Гонконга (Китая) – 547 баллов, Сингапура – 542 балла и Японии – 539 баллов. Различие в средних результатах российских учащихся с этими странами составляет более 60 баллов, что является по меркам исследования PISA эквивалентом отставания не менее чем в полтора года обучения в школе.

2. В соответствии с уровнями естественнонаучной грамотности исследования PISA 78% российских учащихся достигли и превысили пороговый уровень (уровень 2 по международной шкале). При этом результаты большинства учащихся (около 60%) соответствовали уровням 2 и 3 естественнонаучной грамотности, которые можно охарактеризовать умениями выявлять явно сформулированные научные проблемы в простых ситуациях, делать выводы на основе простых исследований, формулировать короткие высказывания, используя имеющиеся факты, объяснять явления и процессы в знакомых ситуациях, используя имеющиеся естественнонаучные знания.

Лишь 4,2% учащихся продемонстрировали высокий уровень естественнонаучной грамотности (5-6 уровни по международной шкале). При выполнении заданий теста они успешно выявляли естественнонаучные аспекты в достаточно сложных жизненных ситуациях, связывали информацию из различных источников и использовали ее для объяснений и обоснований различных решений, строили аргументацию на основе критического анализа.

Более 22% российских учащихся не достигают порогового (2-го) уровня естественнонаучной грамотности (средний показатель по ОЭСР – 18%).

Потенциальные возможности к продолжению естественнонаучного образования (4-6 уровни) продемонстрировали около четверти российских учащихся. В среднем по странам ОЭСР эта группа составляет более 29%, а в лидирующих странах или территориях, например, Шанхай (Китай), Финляндия, Гонконг (Китай), превышает 45%.

3. Для российских участников исследования PISA-2009 не выявлено статистически значимых различий между результатами

юношей и девушек по естественнонаучной грамотности, как в значительном числе стран-участниц исследования. Так, для 21 страны зафиксирован более высокий уровень естественнонаучной грамотности у юношей по сравнению с девушками, а в 11 странах отмечена обратная ситуация.

Средний балл девушек в 2009 году в России составил 480 баллов (в странах ОЭСР – 501), а юношей – 477 (в странах ОЭСР – 501). При этом эта тенденция проявилась не только в средних результатах по стране, но и в распределении юношей и девушек по уровням естественнонаучной грамотности.

4. Российские учащиеся продемонстрировали результаты выше или сравнимые со средними международными показателями для заданий, проверяющих применение естественнонаучных знаний в жизненных ситуациях, которые являются предметом рассмотрения в отечественных курсах биологии, физики, химии и географии.

5. На результаты выполнения нашими учащимися заданий исследования PISA оказывает влияние контекст: лучше всего они справляются с заданиями на биологическом материале, наибольшие затруднения вызывают вопросы, связанные с физическими системами и использованием технологий. Минимальные расхождения со средними международными показателями наблюдаются при выполнении заданий с выбором ответа, а максимальные – при необходимости приводить развернутое объяснение или обоснование вывода, что свидетельствует о дефицитах в сформированности умений письменной речи с использованием естественнонаучной терминологии.

6. При выполнении заданий на распознавание и постановку научных вопросов российские учащиеся наименьшие затруднения испытывали при распознавании отдельных этапов исследования, формулировке цели исследования по его описанию, а наиболее сложными оказались задания на поиск информации по ключевым словам и анализ процесса исследования.

На уровне средних международных показателей российские школьники справляются с заданиями на применение естественнонаучных знаний в различных жизненных ситуациях, распознавание характера протекания явлений и их объяснения.

7. Результаты исследования PISA обозначили дефициты российских учащихся в сформированности ряда важных умений: осуществлять поиск информации по ключевым словам; анализировать процессы проведения исследований; составлять прогнозы на основе имеющихся данных; интерпретировать научные факты и данные исследований; выявлять научные факты и данные исследований, лежащих в основе доказательств и выводов; интерпретировать графическую информацию; проводить оценочные расчеты и прикидки.

8. Главным выводом проведенного исследования естественнонаучной грамотности 15-летних учащихся в 2009 году является отсутствие проявления влияния проводимых за последние годы изменений в общем образовании, включая и введение образовательных стандартов 2004 года, на повышение функциональной грамотности выпускников основной школы. В результатах российских учащихся по естественнонаучной грамотности не выявлено изменений по сравнению с предыдущим этапом исследования PISA-2006 ни в средних результатах, ни в распределении учащихся по уровням естественнонаучной грамотности: 2006 год – 479 баллов, 2009 год – 478 баллов.

Полученные результаты говорят о необходимости проведения существенных изменений в естественнонаучном образовании в направлении усиления познавательной активности учащихся, сохраняя преимущества российского образования и учитывая его дефициты.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

ПРИМЕРЫ ЗАДАНИЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОЙ ГРАМОТНОСТИ

Пример 1.

Прочтите текст и ответьте на вопросы.

ОДЕЖДА

Группа британских ученых разрабатывает «умную» одежду, которая поможет детям с отклонениями в развитии «заговорить». Ребенка, одетого в жилет из уникального электротекстиля, который подсоединен к синтезатору речи, можно будет понять просто по его постукиванию по чувствительной к прикосновению ткани.

Материал сделан из обычной ткани, переплетенной содержащими уголь волокнами, которые могут проводить электрический ток. При надавливании на ткань, сигнал, проходящий через волокна-проводники, усиливается, и компьютерный элемент может определить место прикосновения на ткани. Этот элемент может управлять любым подсоединенным к нему электронным устройством, размеры которого не превысят двух спичечных коробков.

«Главное заключается в том, как мы переплетаем ткань и передаем через нее сигналы: мы можем вплести специальные волокна в уже существующие рисунки тканей так, что вы этого не заметите», – говорит один из ученых.

Не повредив материал, его можно стирать, наматывать вокруг предметов или складывать. Ученый говорит также, что материал можно запустить в дешевое массовое производство.

Источник: Steve Farrer, `Interactive fabric promises a material gift of the garb’, *The Australian*, 10 August 1998.

Вопрос 1: ОДЕЖДА *S213Q01*

Можно ли качества материала, о которых говорилось в тексте, проверить с помощью научного эксперимента в лаборатории?

Обведите «Да» или «Нет».

Материал можно	Может ли качество материала быть проверено с помощью научного эксперимента в лаборатории?
стирать, не повредив его.	Да / Нет
наматывать вокруг предметов, не повредив его.	Да / Нет
складывать, не повредив его.	Да / Нет
запустить в дешевое массовое производство.	Да / Нет

ОЦЕНКА ОТВЕТА:

Тип вопроса*: Комплексный выбор ответа*
Компетенция*: Распознавание и постановка научных вопросов*
Содержание*: «Естественнонаучные исследования» (Знания о науке)*
Область применения*: «Связь естествознания и технологии»*
Контекст*: Социальный*
Трудность*: 567 баллов по 1000-балльной шкале. 4 уровень сложности.*
Процент верного выполнения*: Россия – 36%, страны ОЭСР – 47,9%*

Ответ принимается полностью: Да, Да, Да, Нет, в этом порядке.

Пример 2.

Прочитайте текст и ответьте на вопросы.

ПАРНИКОВЫЙ ЭФФЕКТ: ДЕЙСТВИТЕЛЬНОСТЬ ИЛИ ВЫМЫСЕЛ?

Живым организмам необходима энергия для жизни. Энергия, поддерживающая жизнь на Земле, приходит от Солнца, которое излучает энергию в космос, так как оно очень горячее. Крошечная часть этой энергии достигает Земли.

Атмосфера Земли действует как защитное одеяло, покрывающее поверхность планеты, и защищает ее от перепадов температуры, которые существовали бы в безвоздушном пространстве.

Большая часть излучаемой Солнцем энергии проходит через земную атмосферу. Земля поглощает некоторую часть этой энергии, а другая часть отражается обратно от земной поверхности. Часть этой отраженной энергии поглощается атмосферой.

В результате этого средняя температура над земной поверхностью выше, чем она могла бы быть, если бы атмосферы не существовало. Атмосфера Земли действует как парник, отсюда и произошел термин «*парниковый эффект*».

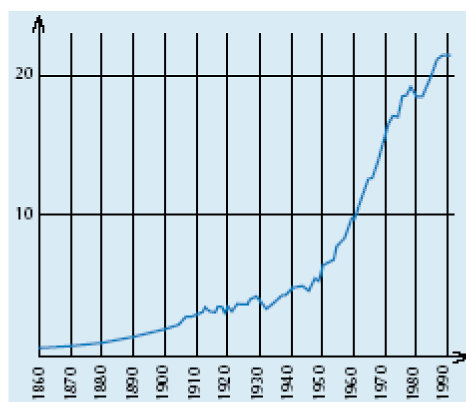
Считают, что парниковый эффект в течение двадцатого века стал более заметным.

То, что средняя температура атмосферы Земли увеличилась, является фактом. В газетах и другой периодической печати основной причиной повышения температуры в двадцатом веке часто называют увеличение выброса углекислого газа в атмосферу.

Школьник по имени Андрей заинтересовался возможной связью между средней температурой атмосферы Земли и выбросами углекислого газа в атмосферу Земли.

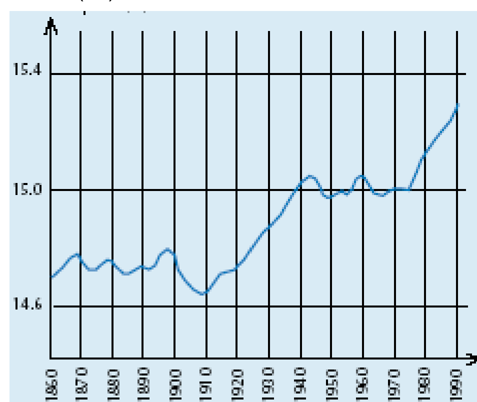
В библиотеке он нашел следующие два графика.

Выбросы углекислого газа (тысячи миллионов тонн в год) ↑



годы

Средняя температура атмосферы Земли (°C) ↑



годы

На основе этих двух графиков Андрей сделал вывод, что повышение средней температуры атмосферы Земли действительно происходит за счет увеличения выбросов углекислого газа.

Вопрос 2: ПАРНИКОВЫЙ ЭФФЕКТ *S114Q04*

Другая школьница, Вика, не согласна с выводом Андрея. Она сравнивает два графика и говорит, что некоторые части графиков не подтверждают его вывод.

Какие части графиков не подтверждают вывод Андрея? Приведите пример и объясните свой ответ.

....

....

....

ОЦЕНКА ОТВЕТА:

***Тип вопроса**: Свободно-конструируемый ответ*
***Компетенция**: Использование научных доказательств*
***Содержание**: «Научное объяснение» (Знания о науке)*
***Область применения**: Окружающая среда*
***Контекст**: Глобальный*
***Трудность**: Полностью верный ответ – 659 баллов по 1000-балльной шкале. 5 уровень сложности.*
частично верный ответ – 568 баллов по 1000-балльной шкале. 4 уровень сложности.
***Процент полного верного выполнения**: Россия – 23%, страны ОЭСР – 34,5%*

Ответ принимается полностью:

Указывается на одну часть обоих графиков, на которых не отмечается одновременного возрастания или убывания. Даются соответствующие пояснения.

- С 1900 г. по 1910 г. (приблизительно) CO_2 увеличивалось, в то время как температура уменьшалась.
- С 1980 г. по 1983 г. углекислый газ уменьшался, а температура возрастала.
- Температура в 1880 годы почти не изменяется, а первый график увеличивается.
- Между 1950 г. и 1980 г. температура не увеличивалась, а выбросы CO_2 возрастали.
- С 1940 г. по 1975 г. температура почти не изменяется, а выбросы углекислого газа резко возрастают.
- В 1940 г. температура намного выше, чем в 1920 г., а выбросы углекислого газа одинаковые.

Ответ принимается частично:

Называется правильный интервал времени, но пояснения не даются.

- 1930–1933.
- до 1910 г.

Называется только один год (а не период времени), дается приемлемое пояснение.

- В 1980 г. выбросы уменьшились, а температура продолжала возрастать.

Дается ответ, в котором не поддерживается вывод Андрея, но период времени указан неверно. *(Обратите внимание: в ответе явно должна присутствовать данная ошибка, например, на графике ясно показана та часть, которая соответствует правильному ответу, но затем при написании ответа появляется ошибка).*

- В период времени с 1950 по 1960 гг. температура уменьшалась, а выбросы углекислого газа увеличивались.

Указывается на различие между двумя кривыми без упоминания периода времени.

- В некоторых частях температура возрастает даже при уменьшении выбросов.
- Раньше были незначительные выбросы, но тем не менее была высокая температура.
- Когда график 1 постоянно возрастает, а график 2 не возрастает, он остается без изменений. *[Примечание: Он остается постоянным “вообще”.]*
- Потому что в начале температура все же высокая, а выбросы углекислого газа очень низкие.

Указывается на неровность одного из графиков.

- Около 1910 г. температура в начале уменьшилась, а затем определенное время увеличивалась.
- На втором графике наблюдается уменьшение температуры атмосферы Земли в течение небольшого периода до 1910 г.

Указывается на различие в графиках, но пояснения недостаточные.

- В 40-х годах была жара, а углекислого газа было немного. *[Примечание: Пояснение сформулировано очень плохо, но ответ явно демонстрирует понимание существующих различий.]*

Вопрос 3: ПАРНИКОВЫЙ ЭФФЕКТ ***S114Q05***

Андрей настаивает на своем выводе о том, что повышение средней температуры атмосферы Земли вызывается увеличением выбросов углекислого газа. Но Вика думает, что его вывод чересчур поспешный. Она говорит: «Прежде, чем сделать окончательный вывод, ты должен убедиться в том, что другие факторы, влияющие на парниковый эффект, остаются постоянными».

Назовите один из факторов, которые имела в виду Вика.

....

....

ОЦЕНКА ОТВЕТА:

Тип вопроса*: Свободно-конструируемый ответ*
Компетенция*: Научное объяснение явлений*
Содержание*: «Системы, связанные с Землей и Вселенной» (Естественнонаучные знания)*
Область применения*: Окружающая среда*
Контекст*: Глобальный*
Трудность*: 709 баллов по 1000-балльной шкале. 6 уровень сложности.*
Процент верного выполнения*: Россия – 14,1%, страны ОЭСР – 18,9%*

Ответ принимается полностью:

Указывается фактор, связанный с энергией или излучением Солнца.

- Тепловое излучение Солнца или возможное изменение положения Земли.
- Энергия, отраженная от Земли. *[Предполагается, что под словом «Земля» ученик понимает поверхность Земли, а не саму планету].*

Указывается фактор, связанный с отдельными компонентами природы Земли или с загрязнением окружающей среды.

- Водяные пары в воздухе.
- Облака.
- Вулканические извержения.
- Загрязнение атмосферы (газ, топливо).
- Количество выхлопных газов.
- Фреоны.
- Количество автомобилей.
- Озон (как составляющая воздуха).

Пример 3.

МЭРИ МОНТЕГЮ

Прочитайте газетную статью и ответьте на следующие за ней вопросы.

ИСТОРИЯ ВАКЦИНАЦИИ

Мэри Монтегю была красивой женщиной. Она выжила после заболевания натуральной оспой в 1715 году, но вся ее кожа была покрыта рубцами. В 1717 году, когда она жила в Турции, она наблюдала метод, названный прививкой, который там обычно использовался. Он состоял в том, что на коже здоровых молодых людей делали царапину и вносили в нее слабую форму вируса натуральной оспы, после чего они заболевали, но в большинстве случаев болезнь протекала в легкой форме.

Мэри Монтегю была так убеждена в безопасности прививки, что она разрешила сделать прививку своим сыну и дочери.

В 1796 году Эдвард Дженнер использовал прививки родственной болезни, коровьей оспы, чтобы вырабатывать антитела против натуральной оспы. По сравнению с прививкой от натуральной оспы эта прививка имела меньшие побочные эффекты, и человек после прививки не заражал других. Этот способ стали называть вакцинацией.

Вопрос 4: МЭРИ МОНТЕГЮ *S477Q04*

По какой причине рекомендуется, особенно детям и пожилым людям, делать прививки против гриппа? Укажите одну из причин.

....

....

....

ОЦЕНКА ОТВЕТА:

Тип вопроса*: Свободно-конструируемый ответ*
Компетенция*: Научное объяснение явлений*
Содержание*: «Системы живой природы» (Естественнонаучные знания)*
Область применения*: «Здоровье»*
Контекст*: Социальный*
Трудность*: 507 баллов по 1000-балльной шкале. 3 уровень сложности.*
Процент верного выполнения*: Россия – 49%, страны ОЭСР – 61,7%*

Ответ принимается полностью:

Ответы, в которых упоминается, что у детей и/или пожилых людей более слабая иммунная система по сравнению с другими людьми, или что-то подобное.

Комментарии: *В приведенном(ых) объяснении(ях) должно говориться именно о детях и пожилых людях, а не вообще о любом человеке.* В ответе также должно указываться явно или неявно, что эти люди имеют более слабую иммунную систему, чем другие люди – а не просто, что они вообще «слабее».

- У этих людей меньшая сопротивляемость к заболеванию.
- Молодые и пожилые не могут побороть болезнь так же легко, как остальные.
- Они, скорее всего, подхватят грипп.
- Если они заболеют гриппом, то у этих людей последствия будут хуже.
- Потому что организмы детей и пожилых людей слабее.
- Старые люди чаще заболевают.

Пример 4.

ФИЗИЧЕСКИЕ УПРАЖНЕНИЯ

Систематические, но умеренные физические упражнения полезны для нашего здоровья.



Вопрос 5: ФИЗИЧЕСКИЕ УПРАЖНЕНИЯ *S493Q03*

Что происходит при тренировке мышц? Обведите «Да» или «Нет» для каждого утверждения.

Происходит ли следующее при тренировке мышц?	**Да или Нет?**
Увеличивается кровоснабжение мышц.	Да / Нет
В мышцах откладывается жир.	Да / Нет

ОЦЕНКА ОТВЕТА:

Тип вопроса: *Комплексный выбор ответа*
Компетенция: *Научное объяснение явлений*
Содержание: *«Система живой природы» (Естественнонаучные знания)*
Область применения: *«Здоровье»*
Контекст: *Личностный*
Трудность: *386 баллов по 1000-балльной шкале. 1 уровень сложности.*
Процент верного выполнения: *Россия – 90,3%, страны ОЭСР – 82,4%*

Ответ принимается полностью: Два верных ответа: Да, Нет в указанном порядке.

Пример 5.

ГЕНЕТИЧЕСКИ МОДИФИЦИРОВАННЫЕ ПОСЕВЫ

ГЕНЕТИЧЕСКИ МОДИФИЦИРОВАННАЯ КУКУРУЗА (ГМ) ДОЛЖНА БЫТЬ ЗАПРЕЩЕНА

Организация по охране природы требует запрещения генетически модифицированной (ГМ) кукурузы.

Эта ГМ-кукуруза была специально создана такой, чтобы на нее не действовал мощный гербицид, который уничтожает обычные сорта кукурузы. Назначение нового гербицида – уничтожить большинство сорняков, растущих на кукурузных полях.

Члены организации по охране природы говорят, что поскольку эти сорняки являются пищей для мелких животных, особенно для насекомых, то использование нового гербицида при посадке ГМ-кукурузы нанесет вред окружающей среде. Сторонники использования ГМ-кукурузы говорят, что научное исследование показало, что этого не произойдет.

Далее приведены подробности научного исследования, о котором упоминалось в приведенной выше статье:

- Кукуруза была посажена на 200 полях по всей территории страны.
- Каждое поле было разделено на два. На одной половине выращивалась генетически модифицированная (ГМ) кукуруза, обработанная новым мощным гербицидом, а на другой половине выращивалась обычная кукуруза, обработанная обычным гербицидом.
- Число насекомых, обнаруженных в ГМ-кукурузе, обработанной новым гербицидом, было примерно равно числу насекомых в обычной кукурузе, обработанной обычным гербицидом.

Вопрос 6: ГЕНЕТИЧЕСКИ МОДИФИЦИРОВАННЫЕ ПОСЕВЫ *S508Q03*

Кукуруза была посажена на 200 полях по всей территории страны. Почему ученые использовали больше одного поля?

A В этом случае больше фермеров могли опробовать новую ГМ-кукурузу.
B Чтобы увидеть, сколько ГМ-кукурузы они могут вырастить.
C Чтобы ГМ-кукуруза росла на как можно больших площадях земли.
D Чтобы проверить различные условия выращивания кукурузы.

ОЦЕНКА ОТВЕТА:

Тип вопроса: *С выбором ответа*
Компетенция: *Распознавание и постановка научных вопросов*
Содержание: *«Естественнонаучные исследования» (Знания о науке)*
Область применения: *«Связь естествознания и технологии»*
Контекст: *Социальный*
Трудность: *421 балл по 1000-балльной шкале. 2 уровень сложности.*
Процент верного выполнения: *Россия – 78,3%, страны ОЭСР – 73,6%*

Ответ принимается полностью: D. Чтобы проверить различные условия выращивания кукурузы.